

MODELICA MODELS USE IN MATLAB-SIMULINK ENVIRONMENT

Jan Glos

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xglosj00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Václavek

E-mail: vaclavek@feec.vutbr.cz

Abstract: Acausal modeling is one of the approaches to construct a dynamic model of physical system. This approach is used by Modelica language and provides some advantages compared to causal modeling. Functional Mock-up Interface defines a standard way for exchange or co-simulation of dynamic models and is supported by most of Modelica oriented modeling tools. Matlab-Simulink is not able to use Modelica models nor to import Functional Mock-up Units.

This paper describes FMUtoolbox for Matlab-Simulink, which allows simulation of Functional Mock-up Units in Matlab-Simulink environment. It provides Simulink block, graphical and command-line user interface and other features.

Keywords: Matlab/Simulink, Functional Mock-up Interface, Modelica, Acausal Modeling, Physical Modeling

1 ÚVOD

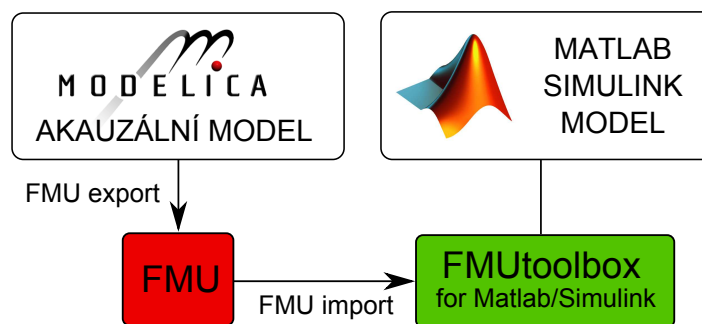
Tento článek se zabývá použitím modelů v jazyce Modelica v prostředí Matlab-Simulink. Motivací k této práci je možnost použití modelů využívajících fyzikální (akauzální) modelování v prostředí Matlab-Simulink.

Akauzální modelování je v některých případech výrazně výhodnější než kauzální modelování, zejména může najít uplatnění při ověřování regulačních algoritmů na modelech dynamických systémů, které věrně odpovídají realitě. Pro návrh regulátorů se často používají jednoduché lineární modely (např. druhého řádu), které však nemusí přesně odpovídat reálnému chování systému. Pro ověření regulačních algoritmů je možné vytvořit přesný akauzální model, jehož sestavení a budoucí úpravy jsou výrazně jednodušší oproti kauzálním modelům. Akauzální model je možné výhodně použít pro testování MIL (Model in the Loop), SIL (Software in the Loop) a PIL (Processor in the Loop).

Pro všechny tři zmíněné případy je vhodné využít prostředí Matlab-Simulink, které má již předpřipravené nástroje pro tyto simulace. Avšak Matlab-Simulink nepodporuje modely v jazyce Modelica ani výměnu modelů pomocí Functional Mock-up Interface. Proto byl vytvořen nástroj FMUtoolbox, který přidává možnost simulace Functional Mock-up Unit v prostředí Matlab-Simulink. Princip použití nástroje FMUtoolbox je znázorněn na obrázku 1.

2 AKAUZÁLNÍ MODELOVÁNÍ

Akauzální modelování (nebo také fyzikální, objektově orientované či deklarativní modelování) je způsob modelování, kdy model a jeho části (objekty) jsou popsány soustavami rovnic, avšak nepopisuje se algoritmus řešení těchto rovnic [1]. Vytvořený model reprezentuje fyzikální podstatu modelovaného systému.



Obrázek 1: Blokové schéma použití nástroje FMUtoolbox

Naopak kauzální modelování (blokově orientované modelování) popisuje příčiny a následky určitých jevů, tedy postup výpočtu rovnic, kterými je model popsán [1]. U složitějších modelů se může ztrácet fyzikální podstata systému.

3 FUNCTIONAL MOCK-UP INTERFACE

Functional Mockup Interface (FMI) je standard pro výměnu a souběžnou simulaci (co-simulation) dynamických modelů mezi různými nástroji [2].

Při použití FMI pro výměnu modelů je vygenerován zdrojový kód v jazyku C, který popisuje dynamický systém. Tento kód může být následně volán jiným nástrojem při simulaci.

Model je exportován jako Functional Mockup Unit (FMU). Je tvořen jedním zip archívem s příponou „.fmu“ a obsahuje dvě základní části - XML soubor a kód modelu (buď jako zdrojový kód, nebo zkompileovaný do DLL knihovny).

Dynamický model je definován jako hybridní systém diferenciálních rovnic, který je po částech spojitý a nespojitosti se mohou vyskytovat v časech událostí. Pro systém rovnic jsou definovány dva stavové vektory, $x(t)$ je vektor spojitých stavů a $m(t)$ je vektor diskrétních stavů [3]. Dále může model obsahovat další proměnné - parametry, vstupy, výstupy a interní proměnné.

Pro simulaci modelu jsou standardem FMI definovány funkce, které jsou volány simulačním prostředím.

4 FMUTOOLBOX

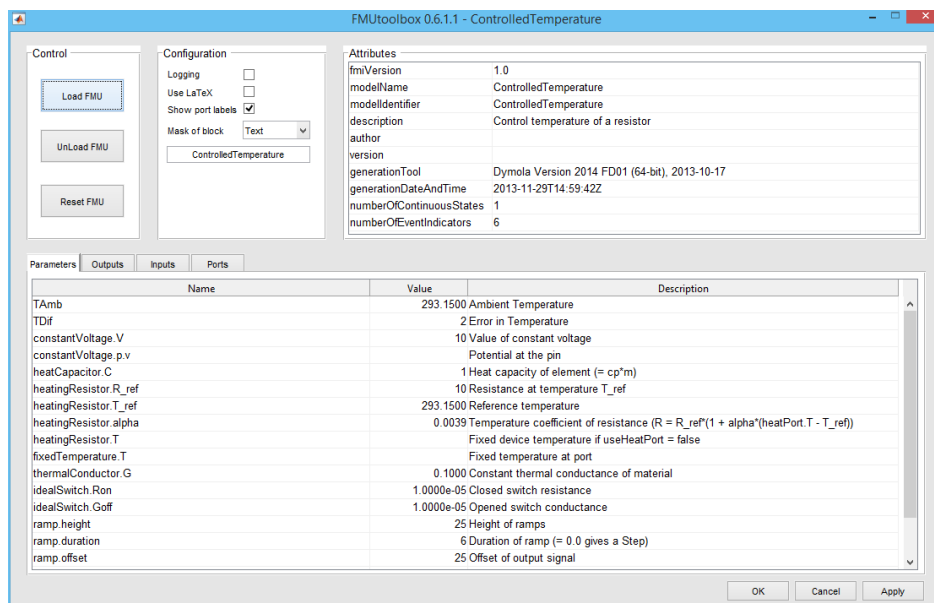
FMUtoolbox je nástroj pro Matlab-Simulink, který doplňuje funkcionalitu tohoto prostředí o možnost simulace FMU a tím i o možnost použití modelů využívajících jazyk Modelica.

Nástroj obsahuje grafické uživatelské rozhraní (viz obr. 2), které umožňuje načíst FMU k simulaci, nastavit parametry modelu, upravit porty bloku, nastavit masku bloku (text či obrázek) a provést další drobná nastavení.

FMUtoolbox podporuje ukládání modelu, kopírování bloků (dojde k načtení další instance daného FMU) a souběžnou simulaci více instancí FMU (různých a i shodných modelů).

Pro simulaci pomocí příkazové řádky (nebo pomocí skriptů) je definováno rozhraní, pomocí něhož je možné načíst FMU, nastavit parametry modelu, nastavit parametry simulace (solver, simulační krok a tolerance), spustit simulaci a získat průběhy výstupních veličin.

Nástroj FMUtoolbox je kompatibilní s 32 bitovými i 64 bitovými operačními systémy Microsoft Windows 7, 8 a 8.1. Mimo to je podporován i operační systém Linux (testováno na Ubuntu 14.04). Pro všechny verze nástroje je k dispozici instalační program, který zajistí zkopírování potřebných sou-



Obrázek 2: Grafické uživatelské rozhraní nástroje FMUtoolbox

borů, doplnění prohledávaných cest v Matlabu a další potřebná nastavení. Nástroj je kompatibilní s prostředím Matlab-Simulink od verze R2011b až po R2014b (s ohledem na podporované překladče).

5 ZÁVĚR

V článku byl popsán vytvořený nástroj FMUtoolbox pro Matlab-Simulink, který doplňuje prostředí Matlab-Simulink o možnost simulace Functional Mock-up Unit. Nástroj tím umožňuje použití modelů v jazyce Modelica v prostředí Matlab-Simulink, což může nalézt uplatnění v mnoha případech zahrnujících například simulace MIL, SIL a PIL.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla v rámci CEITEC - Středoevropského technologického institutu s pomocí výzkumné infrastruktury financované projektem CZ.1.05/1.1.00/02.0068 z Evropského fondu regionálního rozvoje.

REFERENCE

- [1] MATTSSON, Sven Erik, Hilding ELMQVIST a Martin OTTER. Physical system modeling with Modelica. Control Engineering Practice, ročník 6, č. 4, 1998: s. 501 – 510. ISSN 0967-0661. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0661\(98\)00047-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0661(98)00047-1). Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066198000471>>
- [2] BLOCHWITZ, Torsten a Martin OTTER. The Functional Mockup Interface for Tool independent Exchange of Simulation Models. 2011. Dostupné z: <http://www.researchgate.net/publication/225025178_The_Functional_Mockup_Interface_for_Tool_independent_Exchange_of_Simulation_Models>
- [3] MODELISAR. Functional Mock-up Interface for Model Exchange. [Online], 2010 [cit. 2014-12-23]. Dostupné z: <https://svn.modelica.org/fmi/branches/public/specifications/v1.0/FMI_for_ModelExchange_v1.0.pdf>